

I. *Experimenta & Observationes de Soni Motu, aliisque ad id attinentibus, factæ à Reverendo D. W. Derham Ecclesiæ Upminsteriensis Rectore, & Societatis Regalis Londinensis Socio.*

§. I. *Celeberrimorum Authorum dissensus de Soni Progressu, & Cæpti mei Ratio.*

Philosophi celeberrimi operæ pretium existimârunt, in jucundum & mysticum de *Sono* argumentum inquirere ; speciatim de ejus *Motu & Progressu*.

Et quoniam magna inter eorum *Observationes* discrepantia est, ideo partim ut scrupulos meos eximerem ; partim ut memet horis meis sublecevis recrearem, conatus sum, quantum in me fuit, rem totam exponere & decernere.

Et quandoquidem *Instrumenta* mihi sunt aptissima, occasionesque non contemnendæ rem experiendi, ideo hoc faciendo, arbitror me tantum proprium munus obire, sive debitum solvere *Mundo Philosophico*, præcipuè insignissimæ *Societati nostræ Regali*, quæ me in suum numerum cooptare dignata est.

Dissensus inter *Authores celeberrimos* de *Soni Velocitate* facili intuitu in sequente *Tabellâ* conspici potest : in quâ (*Pedibus Anglicanis*) *Spatium* exhibetur quod *Sonorum Progressui* in uno *Minuto Secundo Temporis* ascribunt.

Pedes

D. If. Newton Eq. Aur.	968	Prin. Ph. Nat. Math. L. 2. Prop. 50.
Nobilis D. Roberts	1300	Philos. Transact. N. 209.
Nobilis D. Boyle	1200	Essay of Languid Motion p. 24.
D. Walker	1338	Philos. Transact. N. 247.
Mersennus	1474	Ballistic. Prop. 39.
D. Flamsteed & Halley	1142	
Florentini celebres	1148	Exp. per Acad. del Cimen. p. 141.
Galli celebres	1172	Du Hamel Hist. Acad. Reg.

Inter ultimum & penultimum dissensus non est magnus, & *Gallorum* non multò major; cæterorum vero magnus est. Et Ratio manifestè hæc est; vel scilicet ab Instrumenti defectu; vel à Distantiâ; vel à Ventis.

1. *Instrumentum*, quo nonnulli virorum horum inclinatorum dimensum sunt, non fuit *Automaton*; sed *Bolis funi. pendula*, quæ Minuta Secunda vibrat. Sed omnibus, in hisce rebus exercitis, manifestum est, Bolidem multò minùs commodam esse, nec tam accuratam ac *Automaton*; quoniam necessarium est, Oculum primò occupatum esse in observando Coruscationem, deinde ad Bolidem, sive Pendulum respicere: quod tempus conterit, & confusio-nem creat. Hoc autem, unà cum Sensuum, & Captûs sive Attentionis nostræ tarditate, magnum errorem efficere potest; uti bene notum est iis qui Experimenta de his fecerunt. Præsertim si.

2. *Intervallum* inter rem sonantem, & Observatorem parvum fuerit. At vero manifestum est, quòd plerique istorum laudatorum Virorum Experimenta sua fecerunt ad intervallum tantum paucorum Pedum, & per Soni redditum, sive Echo dimensum sunt. Horum enim nonnulli vix ultra 6 vel 700 pedes mensurationem extendebant, alique non ultra Milliare unum. Sed semper observavi ambiguitatem oriri in tam parvâ distantîâ, quamvis optimum adhiberetur Instrumentum. Errorque levissimus in
tan-

tantillis distantis, magnus est habendus. Nam Pendulum forsan dimidium sui diadromi, sive arcus, præterit ab ultimâ pulsatione, cum Sonus primò fuerit emissus: Sed nos istum Pulsus numeramus, ac si Vibratio fuisset tota & completa; vel forsan Vibrationem anticipamus. Et postquam Sonus nos pertigit, forsan plus vel minus quam par est numeramus.

Vel si Distantia sat fuerit longa, tamen error exinde potest oriri, si

3. *Ventorum* ratio non sit habita. De quo in sequentibus.

Hæc sunt certa, inevitabilia, & perpetua incommoda, quæ Mensurationem progressus Sonorum comitantur: quæ in parvis intervallis (ut dixi) præsertim si Instrumenta mala sint, magnos errores producere possunt: & sine dubio maxima fuere causa tanti inter tantos Authores dissensus.

Sed observari potest, quod Spatia à tribus ultimis in Tabellâ Observatoribus assignata, quam proximè conveniunt. Quod proculdubio hinc provenit, quia nempe bonis Automatis instructi fuerunt. In quorum usu, *Auris* sola occupatur in Vibrationibus Penduli excipiendis, dum *Oculus* attendit Coruscationem, sive aliquam aliam Soni emissionem. Hæ quoque Observationes intervallis longinquis factæ fuere, in quibus error pusillus non magni erit. Dominorum enim celeberrimorum *Flamsteedii* & *Halleii* Observationes factæ sunt ad intervallum trium ferè milliarii (paucis Perticis plus vel minus exceptis) ab Observatorio Regio, super Collem *Shooterianum*: & Sonus advenit in $13 \frac{1}{4}$ Secundis Temporis. Nobiles isti *Florentini* & celeberrimi ex *Acad. del Cimento* ad idem fere intervallum Experimenta sua fecerunt; & quædam ad intervallum unius tantum Milliarii. Et denique celeberrimi D. D. *Cassini*, *Picard*, & *Römer* ad intervallum 1280 Hexapedarum Gallicarum, quod est plus quam $1 \frac{1}{2}$ Milliare Anglicanum.

Ut veritas inter prædicta diffidia innotescat, experimenta plurima ad varia intervalla feci; Scil. ab uno, ad 12 milliaria, & plura. Et ad Tempus dimetiendum, habeo accuratissimum *Automaton portabile*, cum Pendulo Semiscunda vibrante.

Tutiùs autem ut procederem, sequentes Quæstiones à meipso discutiendas proposui.

1. Quantum Spatium Sonus percurrit in Secundo Minuto Temporis, vel alio Temporis intervallo?

2. An Sclopus versus Observatorem displosus, in eodem temporis intervallo Sonum mittit, ac cum in contrariam partem displodatur?

3. An in quolibet Atmosphæræ statu, cum Mercurius in Barometro ascendit vel descendit, Soni percurrunt idem Spatium in eodem Temporis intervallo?

4. An Soni velociùs Die quàm Nocte moventur?

5. An Ventus favens Sonum accelerat, & adversus retardat? Sive an, & quomodo Venti Sonum afficiunt?

6. An tranquillo Cœlo Sonus velociùs movetur, quàm Vento flante?

7. An vehemens Ventus in transversum flans accelerat, an retardat motum Soni?

8. An Soni eundem habent motum Æstate ac Hyeme, Die ac Nocte?

9. An etiam in Nivoso, ac Sudo Cœlo?

10. An Sonus magnus & exiguus eundem habent motum?

11. An in omnibus Scloppeti elevationibus, viz. Horizontali, 10 gr. 20 gr. ad 90 gr. Sonus in eodem temporis intervallo Observatoris aurem pertingit?

12. An omnimodi Soni, Scloppetorum, Campanarum, Malleorum, &c. eundem habent motum?

13. An variæ Pulveris Pyrii vires motum Soni variant?

14. An in Culminibus Montium altorum, & Vallibus ; five in summis Atmosphære partibus, & imis, Soni idem percurrunt Spatium in eodem Temporis intervallo ?

15. An Sonus acclivis & declivis eundem habet motum ? Sive an à Jugo Montis descendit in Radicem eodem passu, ac à Radice ascendit in Jugum ?

16. An Sonus principio velocius, & in fine tardius movetur, ut in plurimis aliis motibus violentis accidit ?

17. Annon potius sit æquabilis ? Nempe Annon in dimidio Temporis, dimidium Spatii ; in quartâ parte Temporis, quartam partem Spatii, &c. movetur ?

18. An in omnibus Regionibus, Septentrionalibus, & Australibus, in *Angliâ*, *Galliâ*, *Italia*, *Germaniâ*, &c. eundem habent motum ?

19. An Sonus rectâ, five brevissimo itinere, à loco in locum transit ; an secundum superficiem interjacentis telluris ?

Ad hæc determinanda Amicos Generosos mihi vicinos petii (quorum beneficia hîc gratissimè agnoscô) ut Sclopos ex Turribus, aliisque locis eminentibus disploderent, ad intervallum 1, 2, 3, usque ad 8 millia passuum (quod maximum esse intervallum reperi, ex quo Sclopi Sonum audire potui in his partibus, arboribus, &c. obsitis.) Hæc Scloppeta magno mihi fuerunt usui. Sed Tormenta, quæ maximè proposito inserviebant, bellica illa fuerunt apud *Blackheath* [*Sakers* vocata] quæ exercentur in educandis Tyronibus Tormentariis Inclutissimæ nostræ Reginæ ministraturis. Horum Tormentorum micantes flammulas ex Ecclesiæ meæ turre videre, & fragorem audire potui in omnibus ferè coeli tempestatibus ; etiam interdiu, ope Telescopii. Ideoque cum omni curâ & diligentia me ad horum Tormentorum observationem accinxi, usque à Febuario 1704.

Post paucas observationes inter eorum dispositiones factas, speciale quoddam experimentum faciendum comparavi, benignitate nunci D. Baronis *Granville* tunc Præ-

fecti, & cæterorum Virorum clarorum qui in *Turre Londinenſi* Rei Tormentariæ Regiæ miniſtrant (quorum beneficia hîc gratiſſimè agnoſco.) Duo Tormenta bellica (*Sakers* vocata) juxta ſe ſita ſunt, adverſo unius ore, averſo alterius. Hæc duo Tormenta Feb. 13. 1707. diſploſa fuere, unaquæque Semihorâ ab Horâ ſextâ pomeridianâ ad mediam noctem, leni aurâ directè adverſus Sonum ſpirante. Temporis intervallum inter Coruſcationem ſinguli Tormenti (quam nudo oculo videre potui) & Soni adventum, ſemper fuit circiter 120 vel 122 Semifecunda Temporis. Dixi 120 vel 122, quoniam Sonus duplicatus advenit; ſcil. prior Sonus intra 120 Semifecunda (qui languidior) ſecundus intra 122 (qui intentior.) Et eodem modo, per totum obſervationis tempus, ſingulorum Tormentorum fragor advenit, nempe duplicatus.

Hæc Reduplicatio Soni mihi videtur Echo, repercuffa, ut opinor, à *Molendino Blackheathenſi*, vel Domibus juxta ſitis. De quo nullam habeo Dubitandi rationem, præter ſententiam contrariam Amici cujuſdam docti, & ſagacis Philoſophi; qui credit nullam Echo audiri, niſi quæ facta eſt per Objecta Phonocamptica non procul ab Obſervatore, non per ea prope Vocale, ſive Sonorum, vel alia longinqua Objecta. Proxima igitur Diſquiſitio erit

§. 2. De Sonis longè repercuffis, ſive Echo longinquâ.

Pro Digreſſione forſan habebitur hæc Diſquiſitio: ſed quoniam ad Soni ſubjectum attinet, ideo paucas de hac re Obſervationes ingenioſis non fore ingratas ſpero.

Et primò hoc Legibus Echûs non contrarium credo. Deinde notandum eſt, hunc duplicem Sonum directè à *Blackheath* veniſſe: neque enim prior Sonus inde veniebat, & alter (Echûs more) aliunde; nempe ultra me, vel à dextrâ, vel ſiniſtrâ, vel ab ullâ aliâ parte. Idemque ſæpiùs obſervavi, cum Tormenta magna è Navibus diſploderentur in *Fluvio Thameſi* (præcipuè ſi aer fuerit ſerenus

& tranquillus) vesperi & mane, cum Tormenta Vigilaria (Anglicè *Watch-guns*) exonerarentur. Postquam Frigor Tormenti aurem pertigit, audiivi eum longè percurrentem fecus Fluvium, & à Ripa, Montibus, & Scopulis (juxta litus *Cantianum* confertim sitis) per plura Milliaria reboantem.

Hæc omnia, inquit Amicus, à Repercussione Domuum, &c. prope Te, proveniunt. Sed nequid de Debilitate Soni dicam, postquam plurima Milliaria percurrit, & de ejusdem incapacitate, si tam procul venisset ut repelleretur per Objecta Phonocamptica juxta Observatorem, potius quàm per Objecta Phonocamptica juxta Sonorum sita; (ut nihil de his dicam) exemplum unum vel alterum dabo, unde planè constabit, quòd Echo facta per Objecta Phonocamptica prope Rem vocalem sive sonantem, potest per plura milliaria audiri, æquè ac primarius Sonus, aliquando etiam eodem intentione.

Sæpè observavi Tormenta magna bellica è Navibus in *Thamesi Fluvio* vespere displosa circa loca vocata *Deptford* & *Cuckolds-Point*, plerumque fragorem edere duplicatum, triplicatum, quadruplicatum, vel adhuc amplius multiplicatum; & quòd Fragores posteriores sunt magis Sonori. Et cum hinc & illinc Stadium, etiam quadrantem vel dimidium Milliaris in transversum ivi, Sonus tamen idem fuit. Memini quod octavo Martii novissime elapsi plurimæ Bombardæ magnæ displosæ fuere alicubi inter *Deptford* & *Cuckolds Point* prædictas, è Nave quam in *Thamesi* ex meâ Ecclesiâ prospexi. Harum fragor quinquies vel

sexies hoc modo repetitus est: 11111. Inter Co-

ruscationem & Sonum 122 Semisecunda numeravi Ventum in transversum flante. Tunc temporis ideo Tormenta à me distabant plus quam 13 millia passuum. Duo primi crepitus languidiores erant quam tertii; sed crepitus ultimi omnium maximè Sonori. Et cum à dextrâ quadrantem

drantem milliaris transivissem, idem fuit multiplicatus Sonus : & cum à sinistra, idem. Et præterea in aliquibus meis Stationibus, præter multiplicatum Sonum, planè audiui languidam Echo ab Ecclesiâ meâ, sive Domibus adjacentibus repercussam : quod sæpenumerò tunc observavi, quoties Tormenta displosa fuere.

Alia hujus generis Observatio fuit quòdam die Dominico, circa biennium vel triennium abhinc, ex Sono Tormenti magni militaris displosi alicubi in *Thamesi* fluvio cis vel trans Oppidum *Gravesend* vocatum. Hujus Tormenti fragor fuit multiplicatus ad minimum octies, novies, vel decies, secundum hanc temporis mensuram



Hunc multiplicatum Sonum plurimi (ad Dei cultum tunc temporis accedentes) putabant esse Fragores multorum Tormentorum è Nave dimicanti : (Sed, ut opinor, nil aliud fuit nisi Echo polyphona, ex unius vel alterius & alterius Tormenti displosi Sono, à Navibus pluribus vel Littore juxta suis repercussio.) Quod autem pro me facit, hoc est, quòd non ipse solùm (dum in meo Horto deambularem) audiui, sed etiam multissimi qui procul distabant. Item *D. Barret* (Societatis nostræ Regiæ ingeniosus & doctus Socius) domi suæ eundem reperitum Sonum audiuit, ad intervallum 4. ferè milliarium ab *Upminster*, ubi ipse audiuit.

Ex quibus omnibus luculentè constat sententiam prædicti Amici (plurimis nominibus colendi) esse falsam.

§. 3. De Echo, sive Repercussione Sonorum in Aeris

His de Echo dictis, spero non ingratum fore exemplum adijcere de *Repercussione Soni ab aeris particulis* 3. quod potest confirmare quæ dicta sunt.

Cum audiui Fragores magnorum Tormentorum bellicorum, præcipuè in tranquillo & sereno Cœlo, sæpenumerò

merò observavi *Murmur*, excelsè in aere, præcessisse *Crepitum*. Et in *Nebulâ tenui*, sæpè *Bombardarum Sonum* audiui in Sublime, supra caput, in aere, per plurima *Milliaria* percurrentem; adeo ut *Murmur* istud per 15^{!!} temporis perduraverit. Diutinum hoc *Murmur*, meo iudicio, provenit à *Particulis Vaporosis* in atmosphærâ suspensis, quæ cursui *Undulationum Soni* oppugnant, easque *Observatoris* auribus reverberant, indefinitarum 'ηχῶν more : quas *Murmur in aere* vocamus.

His ritè perpenſis, manifestum erit *Echo* longinquè factam posse audiri; & *Reduplicationem* istam prædictam *fragoris Tormentorum Blackheathensum* proculdubiò venisse ab ipso *Blackheath*, prout modò asserui.

§. 4. De Sonis Sclopetorum omnifariam disploforum, &c.

Ut autem redeam à Digressionē de Repercussione Sonorem, pergam ad *Observationes* meas de eorum *Progressu*, quas ex plurimis *Experimentis* feci. Et quod jamjam de Sono *Bombardarum Blackheathensum* suggesti, in omnibus aliis reperi, viz. Motum *Soni* nec velociorem nec tardiorē esse, sive *Tormentum* versus *Observatorem*, sive è contrario displodatur.

In omnibus item *Sclopi positionibus*, *Horizontali*. *Erectâ*; & in omnibus ejusdem elevationibus, 10 gr. 20 gr. &c. nulla est variatio *Soni*. Adeo vera est illa de hac re observatio *Nobilium & Inclytorum* istorum *Virorum ex Academia del Cimento Florentiæ*:

Pulveris Pyrii quoque Vis, sive sit fortis, sive debilis, ejusque major vel minor *Quantitas*, licet augeat, vel minuat *Sonum*, non tamen accelerat, aut retardat ejusdem *Motum*:

§. 5. De Motu Soni in qualibet Cæli, & Anni tempestate.

Kircherus dicit se semper diversam Soni celeritatem invenisse, diversis temporibus, *manè, meridie, vesperi, noctu.* Phonurg. l. 1. c. 1. Prælus. §. 2. Sed ego (meliore Chronometro fretus, & commodiore distantia) nunquam reperi celeritatem Soni esse diversam his temporibus. In omni autem tempestate, sive Cœlum sit *Sudum & Serenum, sive Nubilosum & Turbidum*; sive *Nix* decidit, sive *Nebula* (quæ ambæ fortiter retundunt Soni Audibilitatem;) seu *Tonat*, aut *Fulgurat*; sive *Æstus* vel *Frigus* adurit; sive *Dies*, vel *Nox* sit, *Æstas* vel *Hyems*; sive *Mercurius* in *Barometro* ascendit vel descendit: verbo dicam, in omnibus quibuscunque Atmosphæræ mutationibus (Ventis tantum exceptis) Motus Soni nec velocior nec tardior est; tantum magis vel minus clarus est ex illâ Medii variatione. Quod forsan *Kircherum* sagacem decipit.

Hinc sequitur Conclusiones *D. Walker* à Doctoris *Plotz* Philos. Trans. N. 247. *Kircheri*, & suis ingeniosis Observationibus ductas eroneas fuisse.

§. 6. De Motu Soni intensi & languidi, & diversarum corporum Sonantium.

Licet *Kircherus* contrâ sentiat, attamen non dubito Ibid. quin omnium corporum *Strepitus, Sclopetorum, Campanarum, Malleorum, &c.* eandem Velocitatem habeant. Anno 1704. Pulsationes *Mallei* & *Fragorem Sclopeti* comparavi, ad *Milliaris intervallum* (maximum spatium ad quod *Malli* sonum audire potui) & reperi utrumq; Sonum in eodem tempore advenisse: & quod $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, & $\frac{3}{4}$ ejusdem Spatii pertransiverunt in $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, & $\frac{1}{4}$ ejusdem temporis.

Quod ad Sonos *Intensos* & *Languidos* attinet, non dubito quin idem Spatium in eodem Temporis intervallo percurrant. Ut ex his Experimentis aliquâ ex parte manifestum erit.

Jan. 13. 1704. Archibombardarius Arcis *Tilburienſis* meo hortatu diſpoſit unum & alterum Sclopetum, & Tormentum magnum Militare, in quod injectum pulverem pyrium benè fiſtulaverat. Horum omnium Srepitus in eodem tempore ad me, tria circiter milliaria diſtantiâ, pervenit.

Archibombardarius quoque *Angliæ* Sept. 11. 1705. poſt Solis occaſam, in mei gratiam, diſpoſit ſuper *Blackbeath* nonnullos Sclopos (Anglice *Muskets*,) Tormenta magna bellicoſa (*Sakers* vocata,) & Pyrobola (Anglicè *Mortars*.) Sclopos exaudire non potui, propter magnam diſtantiâ, vel quia aer non ſat ſerenus fuit. Sed Tormentorum & Pyrobolorum Sonos in eodem Temporis intervallo exaudivi, licèt Frigor Pyroboli fuit multò torpidior & remiſſior, quàm Tormentorum.

Quanquam maximam curam in his Experimentis adhibui, poſtea tamen idem denuo ad majora intervalla experiri vellem, ſed defuit opportunitas. Hoc proinde aliis meliùs tentandum relinquo.

§. 7. De *Æquabilitate Motûs Soni*.

Proxima Obſervatio erat de *Æquabilitate Motûs Sonorum*. Quam quidem talem eſſe deprehendi, qualem *Academia del Cimento* illuſtris dudum præſignivit. Soni quippe progrediuntur Dimidium Spatium in Dimidio Temporis intervallo; Quartam Spatii partem in Quarto Temporis intervallo; & ſic deinceps. Quod ex exemplis in ſequenti Tabellâ conſtabit.

Locus quo dispoſio facta fuit.	Penduli Vibrat. nume- rus.	Distantia Locorum.		Ventorum Tendentia.
		Trigono- metricè.	Per Sonum.	
		Milliaria.	Milliaria.	
Hornchurch Eccleſia	9	0, 9875		transverſo.
Okendon Bor. Eccleſ.	18 $\frac{1}{2}$	2, 004	2, 0	transverſo.
Mola Upminiſterienſis	22 $\frac{1}{2}$	2, 4	2, 4	favent.
	29		2, 48	nive:transv.
Warley parvæ Eccleſ.	27 $\frac{1}{2}$	3, 0	2, 97	forte favent.
Rainham Eccleſ.	33 $\frac{1}{4}$	3, 58	3, 59	transverſo.
Mola Alveleientis	33	3, 58	3, 57	transverſo.
Dagenham Eccleſ.	35	3, 85	3, 78	favent.
Weal Auſtrin. Eccleſ.	45	4, 59	4, 86	transverſo.
Thorndon Orient. Ecc.	46 $\frac{1}{2}$	5, 09	5, 03	paulò fav.
Barking Eccleſia	70 $\frac{1}{2}$	7, 7	7, 62	favente
Tormenta Blackheath	116	12, 5	12, 55	transverſo.

Intervalla Locorum ab *Upminiſter* (ubi obſervavi) in hâc Tabellâ notata, quantâ potui accurate dimenſum vel Virgâ Meſſuratoriâ, vel Arte Trigonometricâ. Et ex magnâ conſonantiâ inter intervalla hoc modo, eademque per Soni motum dimenſa, cùm Inſtrumentorum meorum præſtantia, tum Obſervationum & Calculorum veritas patet. Differentia enim inter Intervalla dimenſa, & eadem Sono capta, aut proſus nulla eſt, aut tantum paucularum centeſimarum partium, niſi cùm Ventus fuerit ſecundus (Eccleſiâ *Weal Auſtrine* exceptâ, de quo poſthac.) Ita nempe in Obſervationibus ex Eccleſiis *Dagenhamenſi*, *Warleienſi*, *Thorndonienſi*, & *Barkingenſi* factis, diſtantiæ per Sonum notatæ paulò breviores viſæ ſunt; quia Ventus Sonum acceleravit. At in confiſcendâ hâc Diſtantiarum per Sonum Columnâ, nihil propter Ventorum accelerationem conceſſi; ſed numerum Vibrationum, ſive Semi-ſecundorum tantum diviſi per $9\frac{1}{4}$, vel 9,25 (numerum Semi-ſecundorum in quibus Sonus Mille paſſus tranſit.)

Æquabilitas quoque motus Soni ex hac Tabellâ manifesta est; prout patebit ex collatione Vibrationum & Distantiarum : sive ex solâ Columnâ Distantiarum per Sonum.

Ut autem nihil-deesset in harum rerum confirmationem, iter feci ad *Arenas Foulnessanas* in littore nostro *Essexiano*. Hæ Arenæ (Maris quotidiano Æstu allutæ, & oblectæ) faciunt magnam & exactam Planitiem multorum milliarium. Super hanc Planitiem tantum sex milliaria dimensus sum, quia neque Maris æstus, neque mora mea, ut majus intervallum dimetirer, permetterent. Ad cujusque ferè Milliaris finem experimenta feci per Scloppetorum Explosionem, non sine magno Vitæ periculo, ex Maris Fluxu, & Noctis tenebris. Ex quibus Experimentis comperi Observationes meas priores omnes justissimas, & veras fuisse, scilicet Sonum unum Milliare pertransire in $9 \frac{1}{4}$ Semi-secundis: duo Milliaria in $18 \frac{1}{2}$ Semi-secundis: tria Milliaria, in $27 \frac{3}{4}$ Semi-secundis, & sic deinceps.

§. 8. *De Acclivi & Declivi Sonorum Motu: sive De eorundem Ascensu & Descensu. Item an rectâ, vel secundum interjacentis telluris superficiem à loco in locum transeunt?*

Quod ad 15 & 19 Quæsitâ attinet; ingenuè fateor me nunquam ullis quæ feci hætenus Experimentis mihimet ipsi super his rebus satisfecisse.

Et primò de Progressu Soni per brevissimam viam, in Quæs. 19. Ratio de hoc dubitandi fuit discrepantia inter spatium *Weal Villæ* & *Upminster* Trigonometricè, & per Sonum dimensum; prout in Tabellâ præcedenti exhibetur. Mensuratio Trigonometrica tot modis, & tam bonis Angulis capta est, ut de eâ nullus dubitem. Sed quoniam per Soni motum distantia major videtur, & Superficies interjacentis Soli hujusmodi formam induit, qualis in hac figurâ



figurâ exhibetur ; ideo subdubitavi annon paululum tortuosè Sonus vagatur ? five annon Acclivitas illa interjacens in (A) Soni Undulationibus oppugnando retundit, easque tardat ?

Ut nodum hunc quodammodo solverem, Experimentum fieri curavi, Sono Sclopi à Cacumine *Collis Langdoniensis* in Vallem subjacentem, ad intervallum 3,79 milia passuum. Intervallum Trigonometricè, ex Angulis & Basi sat magnis, benè dimensum est ; & Experimentum factum, cum lenis aura paululum Sono opposuerit. Inter Coruscationem & Crepitum $35 \frac{1}{2}$ Semi-secunda numeravi. Qui numerus ad intervallum adeo quadrat, & cum cæteris experimentis tam proximè convenit, ut non dubitandum sit quin Sonus à Cacumine in vallem rectà (per aerem) descenderit, & non juxta Superficiem curvatam interjacentis Soli.

Errorem igitur aliqualem fuisse credo in Observationibus *Wealiensibus* prædictis, quoniam nec in Experimento novissimo *Langdoniensis*, neque in ullis aliis tale aliquid observavi.

Quod ad Soni Motum fursùm & deorsùm attinet ; an scilicet pari tenore eodemque gradu à Montis cacumine ad Radicem, & retrorsum ferantur ? Vix spero me unquam mihimet, vel aliis satisfacturum. Neque enim *Essexia*, neque conterminis partibus, sat alti Colles occurrunt, unde quis satis Experimentorum in hunc finem instituat.

Quippe omnium altissimi, quos huc usque videre contigit (quales sunt ii quos *Langdonienses* vocant) Semissem Stadii non multum superant. Jugum enim editissimum ejusdem dimensus sum tum Trigonometricè, tum Batometro portatili. Illudque, priore modo, 363 pedes altum esse reperiò, posteriore modo

Superiore autem Æstate, cum in Occidentales Regni plagas iter facerem, Colle quodam, cujus Altitudinem paucis abhinc annis trium circiter Stadiorum fuisse (ni fallit memoria) dimetiendo compertus sum, experiri volui. Quo tempore, Ventus transversim, sed tam lenitè spirabat, ut candelam accensam haud extingueret, Scloppeta quædam & ad Radicem & Jugum Montis displodi jussi; Sonumque eodem ferè temporis intervallo utrinque pervenire Sensi. Si quam leviculam discrepantiam observavi, in hoc consistere videbatur, nempe quòd Sonus aliquantò citiùs in montem ascenderet, quam ab eodem descenderet.

Sed, ut dicam quod res est, vix potui eà quâ par est *explicet* tempus dimetiri, quippe infeliciter evenerat ut ipsum, quo usus sum, Chronometrum, aliquantulum, itineris concussione, turbaretur.

Proinde hoc Experimentum aliis feliciùs, & certius capiendum relinquo. Atque utinam politioris Literaturæ, Philosophiæque Cultores apud *Italos* (quibus insita est Ingenii curiosa felicitas) hoc ipsum ad *Alpes* experiri velent.

§. 9. De Sonorum translatione sive Motu in Italia

Cum autem *Italarum* mentionem fecerim, haud alienum videtur referre Observationes quasdam & Experimenta, in mei gratiam, ibidem facta ab acutissimo, doctissimo & humanissimo amico D. *Doctore Newton* Regiæ Maj. stat. Britannicæ *Florentiæ* Ablegato. Ita verò se habuit occasio.

Ingeniosus nuper & egregius *Richardus Townleius* Armiger (Nomen inclytæ nostræ Societati familiare & gratum) Literis ad me datis Anno 1704. significaverat, “ Sonos rarò exaudiri *Romæ* tam longè ac in *Angliâ*, nostrisque *Borealibus Regionibus*. Speciatim vero aiebat, “ Se, cum *Romæ* commoratus est, dum Bombardæ quædam *Castelli S. Angelo vocati*, ob læta nuncia disploderentur, atque ipse super Montem *Trinitate* dictum staret, observâsse Sonum multò languidiorem eo loci fuisse, quàm in ullo alio ad eandem distantiam sito. Et post ejus mortem Frater ejusdem mihi Scripto retulit, quod Anno 1688, “ Cùm relictâ *Româ* ad *Castellum Gen-dolfo* (eminentiozem quendam locum prope *Lacum Albanum*, duodecim circiter Italica Milliaria à *Româ*) ut “ bonas horas contereret, se contulerit, animadvertisse “ sonum Bombardarum magnarum à Castello (prædicto) “ *St. Angelo* obstrepentium, sibi tamen imminutum & debilem videri. Alio quoque tempore, cùm Curru circa “ prædicti Castelli mœnia veheretur, Bombardæque ingentes exinde boarent, nec talem tantumve Sonum ibi loci “ ac alibi emittere videbantur.

Cùm hæc à duobus haud vulgaris ingenii viris animadverterentur, ipsumque Phænomenon novum prorsus & inusitatum videretur, incessit animum cupido quærendi, quænam istius foret causa. Proinde Literas ad clarissimum *D. Doctorem Newton* superius laudatum dedi; qui, quid. Ipse, quid item Amici super hæc re observaverunt, mense Octobri 1706, rescribere haud dedignatus est.

Narrat autem quòd in itinere à *Bononiâ*, *Florentiam* versus, Bombardarum exoneratarum strepitum ad *S. Michaelis in Bosco* urbem (in *Bononiâ* viciniâ) exaudiverit, quæ tamen Bombardæ *Mirandula* displosæ ad 40 millia passuum distabant; quem locum *Gallorum* acies obsidionum cinxit. Ac nocte insequenti eundem Sonum, cùm in *Appenninis* pernoctaret (20 millia passuum longius remotus) exaudiverit.

Observationes

Observationes verò & Experimenta quæ idem Vir insignissimus, pro suâ humanitate & benevolentia ab aliis fieri curavit, specialem quendam locum, gratiasque maximas ob hæc beneficia quæ illius Dignitas in me contulit, meritò sibi vendicant.

Cum nostras Literas *Florentiæ* acceperit, Nobili cuidam, eidemque Philosopho eminenti quid vellemus aperuit: qui deinceps hæc Vota nostra *Magno Duci* nota fecit. “Idem
“ verò *Magnus Dux* (uti inquit) pro suo singulari Artium
“ & Doctrinæ Studiorum amore, & in eorum Cultores benignâ indulgentiâ, quæ una cum Sceptro a Majoribus
“ tradita accepit) Experimenta statim fieri iussit, unde
“ mihi plenè de hac re satifieret: *Josephumque Averrani*, inclytum *Pisæ* Philosophum, & politioris cujuscunque Artis peritum, hisce Experimentis inspiciendis & dirigendis præfecit. Cujus honoratissimi Viri Narrationem *Honoratissimus Abligatus* mihi fusè perscribere dignatus est. Summatim verò huc redit, viz.

Postquam plurima non minùs cautè quam ingeniosè præfatus esset, quæ magnam in Sonorum progressu differentiam excitare potuissent; tandem refert, “ Quòd in
“ hac inferiori *Florentiæ* arce, Bombarda *Colubrina* inter
“ horas primam & tertiam Noctis crebrò displodebatur;
“ Virique quidam *Ligurni* asservabantur, qui diligenter
“ observare jussi sunt, an ejusdem crepitum exaudire possent. Quorum nonnulli qui ad *Lanternam*, & *Marzocco*
“ positi erant, nullum audiebant, (fortè quia Maris fremitus Sonum insuscabat:) alii vero qui stabant super
“ *Veteris Arcis* munimenta (quæ *Donjon* appellant) quique
“ ad *Montem Rotondo* dictum (qui quinque circiter miliaria à *Ligurno* abest versus *Montem Nero*) missi, auribus exceperunt. Et quotiescunque exonerabatur, toties ejus fragor iisdem in locis clarè exauditus est. Hujus
“ autem *Arcis Florentinæ* distantia à *Monte Rotondo* rectâ
“ lineâ vix minor 55 miliaribus censetur. Et notatū
“ dignum est, quòd interjacentia rura plerisque collibus
“ obsita

“ obfita funt, qui paulò impeditiorem Soni viam reddant
 “ neceffe eft. His accedit, quòd eodem vefpere ventus
 “ quidam Occidentalis leniter fpirabat, qui (cùm *Ligur-*
 “ *nus* fitus fit ad Libonotum refpectu *Florentiæ*) liberiorem
 “ Soni expansionem aliquatenus præpedire meritò cre-
 “ datur.

“ Quo autem locus apertus & undique patens habere-
 “ tur, feligebatur tractus ille Maris qui *Ligurinum* & *Por-*
 “ *tum, Ferraio* dictum, interjacet, cujus diftantia fecun-
 “ dum peritiffimorum Nautarum calculum 60 milliarium
 “ effe deprehenditur. Tormentorum autem militarium
 “ fragor à *Ligurno* ad prædictum *Portum Ferraio*, locaque
 “ vicina haud rarò pervenit. Nec aspirantium Ventorum
 “ auxilio opus eft, ad promovendum huncce Soni pro-
 “ greflum, quo nempe exaudiatur. Imò verò ventus qui
 “ liber, five fit fecundus, five adverfus, eidem impedi-
 “ mento eft, ipfumque Sonum minus fonorum reddit:
 “ fortean quia Maris hinc agitati fremitus magis obeft,
 “ quam Aeris eodem confluentis curfus prodeft. Proinde
 “ tunc folùm exauditur Sonus, cùm Ventus prorfus filet,
 “ vel tantùm leniffimè fufurrat, cum Aer ferenus eft, &
 “ Mare tranquillum. Neque tum quidem ab omnibus
 “ locis indiscriminatim exauditur, fed ab iis folis quæ
 “ paulò eminentiùs fita fent; cujufmodi funt duo ifta
 “ Propugnacula, quæ *Stella* & *Falcon* nominantur & Locus
 “ *Mulini* dictus. Præterea requiritur ut ipfe Obfervator
 “ quàm attentiffimum fe præbeat. nec ullà obftrepentium
 “ voce aut clamore impediatur, & infeftetur. Tum verò
 “ interdiu æquè ac noctu (modo Atmosphæra fit ferena
 “ & tranquilla) exaudiat; nifi quod nocturno tempore
 “ fortior & acutior aliquantò videatur Sonus, cum nulli
 “ occurrunt Strepitus, qui luci fæpiùs aures offendere
 “ folent.

“ Porro nobis nunciatum fuit à Testibus fide digniffi-
 “ mis, quod pluribus abhinc annis, cùm graffaretur *Sedi-*
 “ *tio Melfanenfis*, ipfaque Urbs obfidione premeretur,
 “ Tor-

“ Tormentorum bellicorum fragor *Angustæ & Syracusanorum* Incolarum aures percelleret.

“ Item cum *Galli* Tormentis muralibus *Genuam* concuterent, constat quòd eorundem crepitus ad *Montem* usque *Nigrum*, qui *Ligurno* supereminet, pertigerit.

“ Ex hisce Observationibus proclives sumus ad credendum nullum esse super hac re discrimen inter *Italiam & Plagas Boreales*.

“ Quod autem ad alterum Quæsitum attinet; utrum Ventus directe vel adverse spirans, Sonum accelerat vel retardat? Eidem hætenus certò responderi haud potest: Neque enim ipsa quæ adhibuimus Experimenta, quibus veritatem indagatam fore speravimus, Quæstioni dirimendæ sufficiunt. Quippe æstivo tempore (quo plerumque interdiu venti spirant à Mari, & Occidente; cum autem advesperascit, filere solent) defuere nobis commodissimæ occasiones hanc rem sæpius & certius experiundi. Speramus tamen, inclinante Anno, postquam alia successerit Tempestas, opportuniora nancisci tempora, quibus hujusmodi Experimenta felicius & iteratò, & cum majori ἀκριβείᾳ institui & comprobari possint. Impræsentiarum autem referre sufficiat quid nobis evenerit 10 Augusti potestremò elapsi, cum quæ sequuntur experimenta capere licuerit.

“ *Coleurina* quædam (60) super Cortinam inferioris Propugnaculi *Florentiæ* adducebatur, ibique sic posita ut Os ejusdem versus *Artemino* spectaret (quod est Rusticanum *Magni Hetruriæ Ducis* Palatium, Colle quodam altiore situm, prædictique Propugnaculi latus Occidentale respiciens, à quo etiam circiter 12 millia passuum distat.) Diem quendam selegimus cum Ventus occidentalis aliquantò fortius spiraret, ut Soni motus contrario vento repelleretur. Hoc autem parum juvabat: quippe sub vesperam, cælum omnino tranquillum erat, vel saltem adeo tenui aurâ agitabatur, ut candelæ
“ flammam

“ flammam haud disjiceret. Hic Loci renens quibusdam
 “ harum rerum peritis, quibus antea quæ potissimum cu-
 “ rarent in mandatis dedimus, ad prædictum *Palatium*
 “ *Artemino* concessimus, quo *Honoratissimus Ablegatus* ad-
 “ esse voluerit. Prout iussimus, inter Horas primam &
 “ tertiam Noctis, *Colleurina* sæpius exonerata est; & 49
 “ Secunda Minuta inter ejusdem Coruscationem & Frago-
 “ rem jugiter numeravimus. Nos etiam in *Artemino* Bom-
 “ bardas quasdam accendimus; atque inter harum corus-
 “ cationem & fragorem prædicti Spectatores (quos in
 “ Arce reliquimus) tantum 48 Minuta Secunda numera-
 “ verunt. Unde constabat Sonum unius tantum Minuti
 “ Secundi intervallo velocius ab *Artemino* ad *Flarentiam*,
 “ quam retrorsum ferri.

“ Haud adeo nostræ observationi confidimus, ut minu-
 “ tulum hoc Velocitatis discrimen ad Venti conspirantis
 “ aut renitentis vim referre audeamus. Quippe ipsius Ob-
 “ servatoris error, qui Penduli vibrationes numerabat,
 “ huic fortean occasionem dederit. Quod sanè facile fieri
 “ possit. Sæpius enim eveniat necesse est, ut emicantem
 “ flammam non nisi post inceptam Penduli Vibrationem
 “ videat, Sonitûsque fragorem nondum terminatâ Vibra-
 “ tione exaudiat: adeo ut ipse Calculum unâ Vibratione
 “ auctiorem, quam par est, hoc pacto faciat, dum inte-
 “ rea Temporis spatium sit utrinque par & idem.

“ Sperabamus autem proximo mane Ventum fortè con-
 “ trarium exoriturum, (Sæpius enim hic loci, primo sal-
 “ tem diluculo, Ventus ab Oriente spirare solet) qui in-
 “ ceptis Experimentis magis inserviret. *Colubrinam* igitur
 “ rursus, cum illuxerit Dies, exonerari jusseramus: Ven-
 “ tus autem nec Votis nec Operi favebat; quippe qui pau-
 “ lulum tantum ad Borealem plagam se convertisset. Adeo
 “ ut variatio Temporis, & Velocitatis Soni, in tantillâ
 “ Venti mutatione, vix perciperetur. Solitas proinde 49
 “ Penduli Vibrationes, ut prius, numerabamus. Inte-
 “ rea temporis hæc eadem Experimenta expendere spera-

“mus, quamprimum tempestas magis idonea occurret,
 “Ventorumque crebriores mutationes, commodiores occa-
 “siones dabunt eadem melius experiendi, unde tandem
 “plenissimè nobis satisfiat.

Quod ad Spatium attinet, quod Soni quovis assignato tempore percurrunt, de eodem nondum inter se constat; sed ab experimentis quibusdam conjiciebant rem ita se habere, prout Experimenta *Academiae del Cimento* testabantur.

Haecenus Vir iste acutus & solers superius laudatus.

Ex cujus Observationibus, unà cum iis quas Honoratissimus Insignissimusque *Legatus* nobiscum communicavit, abundè patet, Multò longius exaudiri posse Sonos in *Italia*, quam prae dictus Amicus ingeniosus nos docuit. Ipse enim eximius *Ablegatus* Bombardarum ingentium strepitum ad 60 Milliarium distantiam auribus percepit. Quæ etiam ejusdem suasu *Florentiæ* exonerabantur, eadem 55 Millia passuum audiebantur. Tormenta militaria *Ligurni* displosa ad 60 Milliarium intervallum aures feriebant. Quæ *Messanæ* exonerabantur (ut ex Tabulis Geographicis patet) eorum aures, qui centum fere Italica Milliarum semotè sunt, percellabant. Quæ denique in concutiendâ *Genue* displosa sunt, eorundem fragor plus quam 90 Millia passuum Italicorum (ut ex Mappis) pervenit.

Quibus omnibus in mentem revocatis, & seriò perpensis, vix possum quin credam non minus latè propagari Sonos in omnibus *Meridionalibus*, quàm in hisce *Borealibus* Terrarum plagis. Quamvis haud defunt exempla longioris Sonorum progressus in quibusdam Septentrionalibus Terræ partibus. Generosus quidam *Dannus* (insignissimi nostri *Danici Principis* Famulus) mihi inter confabulandum narravit se, cum in *Dania* vitam ageret, Bombardarum *Carolsroomiæ* displosarum crepitum, 80 Milliarum Anglicana (ni fallit memoria) remotum clarè exaudivisse. Vir item peritissimus *Doctor Hearn* (illustrissimi Regis *Sueciæ* Medicus) narrationem quandam ad *Regalem* nostram So-

cietatem.

cietatem misit, de Bombardis *Holmiæ* explosis, cum exequiis unius ex regis Principibus celebrarentur, A. D. 1685; quarum fragor 30 Suevorum Milliarium intercapedinem percurrit, quæ 180 Millaria Anglicana fere exæquant. Navali etiam illâ Pugnâ quæ gesta est *Angliam* inter & *Hollandiam* A. D. 1672. Tormentorum bellicorum Strepitus plus quàm ducentis Milliaribus interjacentium attonitas aures percussit; quippe qui trans *Insulam nostram* ad *Salopiam* usque & *Walliam* pertingebat.

Quod proinde ambo Fratres *Townleii* observârunt, idem prædicto *Castello S. Angelo*, vel *Romæ* saltem, proprium omnino est, & peculiare. Neque enim perspicax eorundem ingenium, fidamve curam malè suspicari licet. Ista igitur Soni diminutio, quam iidem animadvertebant (nisi malè auguror) vel ad prædicti Castelli Situm, vel ad interjacentes Domos (passim & ubique in istâ confertissimâ Urbe surgentes) vel ad Strepitus ejusdem undique perforantes, vel ad Ventos adversos, vel demum aliam consimilem causam referendum est: Quam iis feliciori conjecturâ assequendam relinquo, quibus ibi loci vixisse contigit. Vel forsan hi Viri prædictas suas Observaciones fecerunt eo Aeris statu, quo Soni, quamvis maximè secundos habeant Ventos, multò tamen languidiores sunt, quam aliis temporibus, cum prorsus adversi sunt. Et quondam persuasum me habui, quod ejusmodi Aeris temperies *Romæ* semper occurrit, & non in aliis *Italiæ* partibus; donec in contrariam *Kircheri* sententiam incidi: qui dicit, "Hic *Romæ*, mirum dictu, Spirante *Borea*, maximum vigorem acquirit [Echo vel Sonus;] *Austro* flaccescit; *Euro* & *Subsolano* mediocriter se habet.

Hanc autem Aeris temperiem, quoniam Sonos adeo ^{phonur, ubi} afficit, haud abs re erit speciatim considerare. De eisdem ^{supra.} igitur proximo loco fusius differere, quasque super eâ Observaciones feci, proponere, in animo est.

§. 10. De variâ Sonorum Remissione & Intensione (sive Audibilitate) pro diverso Atmosphæræ statu.

Sæpius *Æstate*, cùm jam incaluerit aer, observavi Sonos supra modum languidiores videri, debilesque admodum ad aures ferri; cùm aliâ tempestate, præsertim *Hyeme*, si forte gelascit, multò magis argutos & stridulos eisdem fuisse, fortiùsque aures perculisse. Spirante etiam *Borea* vel *Euro* (quantumvis adversè) Sonos clariores, magisque stridulos esse sensi, quam si ex contrariis plagis Venti spirarent; ut *Kircherus* quoque *Romæ* observavit. Hoc autem non constans & perpetuum est.

Neque quid magis certum ex *Mercurii in Barometro* ascendentis vel descendentis inspectione colligerem, quod tamen credulus autumabam. Sonos enim aliquando maximè claros & argutos, aliquando maximè debiles & languidos cùm ad summum ascenderet; è contra aliquando maximè stridulos, interdum maximè deficientes, cum *Mercurius* ad imum descenderet, comperi.

Pariter etiam incertè se res habet quoad Serenum & Nebulosum aerem. Tempore pluvioso & humido sæpè observavi Sonos obtundi, & “ Post imbres vehementiores “ plurimùm virium acquirere, ut *Kircherus Romæ*. Sed contrarium quoque sæpe evenit. Maii 31. A. D. 1705. Aer hîc loci magis serenus, Vaporumque expers fuit, quam unquam antea me vidisse memini. Tam purum etenim liquidòque serenum erat Cælum, ut objecta longissimè remota clarè facilèque prospicerem. Sed tamen Bombardas in agro *Blackheath* tunc temporis explosas exaudire non potui (si unam excipias, cujus fragorem jam prorsus languentem auribus perceperim) quamvis omnium eminè micantem flammulam clarè cernerem. Eodemque tempore Nubium & Venti motus cum sono conspirabat; Aura etiam lenissima tunc spirabat, quæ compositos crines vix moveret; & omnia denique ad Soni vim motumque pro-

promovendum necessaria concurrere videbantur. E contra vero, cum prorsus mutatus fuerit Aeris & Cœli status, cum omnia turbida viderentur, & Atmosphæra vaporibus plena, sæpe stridulos Sonos, nec minùs crebrò eosdem hebetes & remissos exaudivi.

Causas harum Variationum aliis inquirendas relinquo, quoniam nostri ingenii captum eas æquè superare fateor, ac assignare quid sit proprium Soni Medium, sive Vehiculum; an ætherea & subtilior, an vaporosa & crassior Atmosphæra pars, sive ambæ simul?

Quod autem *Nebulas spissas* spectat, easdem certum est Sonos quam maximè hebetare. Soni enim tunc admodum languidi & obtusi plerumque videntur. Quod ab interpositis vaporibus, & spissis particulis, quæ Nebulam constituunt, certissimè provenit.

Idem etiam de *Nivoso Cælo* observavi. Cum enim Nix recens in terram decedit, protinus hebescent Soni. Cum verò glaciata fuerit ejus superficies, Soni repente acutiores fiunt, Campanasque & Bombardas tinnientes & reboantes eo usque exaudivi, ac si Nix humum non consperserat. *Townleius* amicus noster prædictus haud ita pridem se observasse aiebat (cui non absimile egomet expertus sum) dum per oppidum quoddam equo veheretur, Campanarum (quæ tum haud ita procul pulsabantur) Sonum ad aures vix posse pervenire, si quando Domus Nive tecta occurreret interjacens. Adeo ut ipse, oppidulum ingressus, plurimum miratus sit, Campanas tam subito silere, dum primas interjectas aedes prætergrederetur; deinde repente resonare, cum proximum vacuum intervallum præteriret. Quod quidem per totum viæ cursum in eodem oppido observavit, Campanarum nempe Sonum ad aures pertingere, vel non; prout ædificia nive oblita occurrerent interposita, vel non.

Sed de his plus quam satis. Ad alia jam majoris momenti descendimus.

§. 11. *De Ventorum vi, sive influentiâ in Soni Motum.*

Illustriſſima *Academia del Cimento* ab experimentis invenit Sonorum morum nec ab adverſis Ventis retardari, nec a ſecundis accelerari : Sed utcunque ſpirarent Venti, ſemper idem Spatium in eodem tempore percurrere. In iſtâ ſententiâ fuit *Gaffendus*, cæterique ferè omnes qui antea vel poſtea Philoſophati ſunt.

Quoniam verò contrarium hujus patet ab ipſâ Experimentiâ, erroris coarguendi ſunt. In quem ideo incidiffe videntur, quòd ad nimis breve intervallum Experimenta ſua inſtituerentur. Omnino enim verifiſimile eſt hosce Philoſophos ad unius tantùm, vel ad ſummum, duorum, triumve Milliarium diſtantiâ obſervationes ſuas feciſſe. Quas proinde vitioſas eſſe haud miror. Sin autem ad 10 aut 12 Millia paſſuum, accuratis Inſtrumentis adhibitis, rem tentâſſent (quod ipſe ſæpius feci) errorem facilè agnoſcerent.

Quem communem errorem Egomet (horum Virorum authoritate fretus) diu amiſi ; donec tandem Bombardarum in agro *Blackbeath* obſervatione triennali, & ampliùs, eundem feliciter detexi. Cum autem primum Sonos aliquando citiùs, aliquando tardiùs ad aures pertigiſſe ſenſi, erroris cujuſdam à me facti ſuſpicio animum ſubiit, vel quòd Automati vibrationes minùs rectè numeravi, vel coruſcantem Bombardæ flammulam malè obſervavi ; vel in alium conſimilem errorem haud attentus inciderim. Poſtquam verò Bombardæ de indiſtriâ in mei gratiam exonarentur ſingulis ſemihoris, ab horâ ſextâ vespertinâ uſque ad mediam noctem, Sonumque perpetuò ſine ullâ notabili varietate, 120 vel 122 ſemiſecundorum ſpatio pervenire ſenſi, quamvis Ventus directè adverſus fuiſſet ; aliis autem temporibus, cum Ventus ſecundus ſpiraret, ſive è directo, ſive ex tranſverſo, aut obliquo, earundem Bombardarum Sonum 111, 112, 113, 114, 115, 116 vel ad ſummum

sumum 117 Semisecundorum spatio advenire deprehendi; tum demum me certissimè persuasum habui, reale aliquod discrimen fuisse, quod istam in Observationibus varietatem peperisset.

Neque solum *Secundi* aut *Adversi Venti Sonorum motum accelerant aut tardant*, sed etiam *pro graduum varietate, qui vehementius aut lenius spirant, eò magis minusve eundem promovent aut impediunt*. De quibus omnibus in majorem certitudinem, speciales quasdam observationes in sequenti Tabella subnectam; postquam prænotavi Bombardas in agro *Blackbeath* circiter 60 gradus à Meridie distare, hoc est ad Plagam à S W b W aliquantò remotiorem vergere.

Tabella

Tabella Sonorum Bombardarum in Agro Blackheath, pro
Ventorum, Viriumque quibus agitantur, varietate.

Dies Mensis & Anni.	Hora Diei.	Num- erus Vi- bratio- num.	Vento- rum Pla- ga.	Nubium Plaga.	Altitu- do f.
1704.					
Febr. 13	6 h. ad 2 med. noc.	120	NE b E	NE b E	29 99
11		122			
	11 $\frac{1}{2}$ mane	119	E 2	E	30 22
1705.					
Mar. 30	10 mane	113	S W 7	S W	29 30
Apr. 2	8 $\frac{1}{2}$ p. M.	114 $\frac{1}{2}$	S b W 1		
3					
3	10 mane	116 $\frac{1}{2}$	S 4	Inferior S Sup. W b N	29 80
5	1 p. M.	111	SW b W 7		
13	8 $\frac{1}{2}$ mane	120	N b E 2	S W b W	29 70
24	5 p. M.	116	SW b W 0	N W	29 26
Sept. 11	6 $\frac{1}{2}$ p. M.	115	W 2	W b N	Saker. Mortar.
	7 p. M.	115 $\frac{1}{2}$	W b N 2		
29	10 $\frac{1}{2}$ mane	112	SS W 6	SS W	29 38
Octob. 6	10 mane	117	ESE 1 & 2	SE	29 34
Nov. 30	meridie	115	SS W 4	SS W	29 10
Febr. 15	11 mane	116	S b W 1	SW	29 60
1706.					
Nov. 29	11 $\frac{1}{2}$ mane	116	S W 0	S. W b W	30 06
	meridie	118	SW b S 1		
Febr. 7	meridie	113	SW b W 4	W	29 83

Ex quamplurimis aliis has Observationes selegi ; omnes cautè factas, singulas nimirum bis, ter, aut sæpius repetitas. Adeo ut de veritate eorum quæ supra diximus, luculentè & indubitatè constet. Ita ab Experimentis Ap. 5. & Sept. 29. factis, patet Ventos vehementiores urgere & maturare Sonorum motum. Quinto enim Aprilis, cum propè conspiraret Venti Sonique motus, fortior etiam aliquantò idem Ventus fuerit (prout figura [7] annexa denotat, pariter ac Cifra [0] tranquillum Cœlum ; & Figuræ 1, 2, 3, 4, &c. varias Ventorum vires significant) tunc temporis, inquam, Sonus 111 Semifecundorum spatium iter confecit. Aprilis autem 24, cum Ventus ab eadem Plagâ spiraret, & Aer tranquillus esset, idem itineris spatium non nisi 116 Semi-fecundorum intervallo Sonus peragrâset. Ita etiam Feb. 7. 1706, cum ab eodem Cardine spiraret Ventus, & secum deferret Sonum, viribus autem jam dimidio minoribus, 113 Semi-fecunda elapsa sunt priusquam Sonus assuetum confecit iter. Ita demum Sept. 29. 1705. Vento vehementiore spirante, & minus secundo, Sonus intra 112 Semi-fecunda progressum absolvit. Ex quibus, aliisque in Tabellâ exemplis liquidè constat, *Ventos Fortiores Soni propagationem adjuvare, Leniores autem eandem minis promovere.*

Idem etiam constat de iis Ventis, five Aeris torrentibus, qui Soni progressui è directo favent, vel obstant ; eos nimirum *ejusdem motum celeriore vel tardiore reddere.* Quique *Intermedii*volvuntur Atmosphæræ fluxus, eos *Intermedium* pariter *Soni progressum*, five Penduli Vibrationum numerum efficere.

Maximum discrimen, quod in Soni progressu per 13 fere milliarium spatium hætenus animadverti, novem circiter aut decem Semifecunda exæquat, cum nempe Venti fortès promovent, & lenes tantum impediunt Sonum. Cum verò tenues solum aut prorsus nulli obstant, vel adjuvant eundem, tum quidem differentia duo vel tria Semifecunda haud superat.

Postquam hoc pacto, quas vires habuerint Venti, cum ad accelerandum, tum ad morandum Sonorum cursum, perspexerim, ipsorum tandem Ventorum Velocitatem quærere curiositas me duxit. Quod utut alienum, non tamen prorsus ingratum curiosis videbitur, uti spero, si quasdam super hâc re Observationes in medium proferam.

§. 12. *De Ventorum Velocitate.*

Ut quantum spatium quovis assignato tempore perflect Venti pro certo scirem, leviuscula quædam corpora in parandis experimentis adhibui. Cujusmodi sunt Pappus, Plumæ leves, &c. quæ proposito melius inservire videbantur, quàm Instrumentum illud quod in *Actis Philosophicis*, No. 24. descriptum habemus; vel etiam illud alterum magis commodum Molæ alatæ figuram referens, ab acutissimo D. *Doctore Hook* nupero Amico, ni fallor, excogitatum.

Ex plurimis quæ feci experimentis, leviusculorum corporum ope, cum variæ Ventorum vires fuerint, deprehendi, Ventum vehementissimum vix 60 Millia passuum horæ spatio percurrere. Exempli gratiâ; Aug. 11. 1705. tantam Procellam excitavit Venti vehementia, ut ipsam Molam Pneumaticam, juxta locum quo observationes meas feci, pene subverteret. [Ventorum Vires (uti modo diximus) hisce Characteribus plerumque notavi; 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, usque ad 10, 15, aut plures gradus.] Prædicti autem Venti vires 12 circiter aut 14 graduum horum respondere æstimavi: & à quamplurimis iteratis experimentis animadverti, Turbinem istum circiter 33 pedes, spatio Semi-secundi Minuti percurrere, sive 45 Milliaria in Horâ. Unde colligo Ventum concitatissimum & maxime nimbosum (illo vehementissimo, qui Mense Novembris 1703 furebat, haud excepto) non plus quam 50 aut 60 millia passuum horæ spatio prætervolare.

Postquam

Postquam rapidorum Ventorum Velocitatem dimensum sumus, quæ sit minùs rapidorum celeritas conijcere haud difficile est. Horum enim cursus pariter notavi, variisque ab Experimentis edoctus sum, horum nonnullos 15, quosdam 13, alios multò plura, aliosque multò pauciora miliaria horæ spatio conficere : quosdam autem tam lento motu ferri, ut vix unum milliare in horâ peragrent. Alii porro Venti sunt adeo tardigradi, ut eosdem aliquis, equo vel pedibus iter faciens, facilè prævertat. Quod Sensibus patet ; quoties gradum sistimus, lenem auram nos placidè ventilantem percipimus : sin autem cum eodem pergimus, nullam prorsus sentimus : si verò celerius pedem movemus, comitantis & conspirantis Auræ loco, adversantem, & in ora vultusque spirantem aerem persentimus. Ita, quiescente prorsus Atmosphærâ, & stagnante, si forte ambulamus, aut equitamus, lenem Auram nos tunc prementem sentimus, tantarum nempe virium, quantæ motui quo ferimur respondent. Eodemque Motûs gradu, sive Velocitate, fertur Venti aura, sive Aeris fluxus, cùm pari impetu nos morantes aut cessantes premat.

Ex hisce Observationibus circa *Velocitatem Ventorum*, plurima haud inutilia notare licet. Speciatim verò rationem unam assignare quare *Mercurius* tam diu ascendit & descendit, priusquam Sudum Cœlum, vel Pluvia insequitur.

Hæc autem tanquam à proposito aliena omittam ; solumque hoc unum quoad Sonos observabo : nempe, cùm eorum Motus Vento celerior sit, patet quòd istæ Atmosphæræ partes quibus imprimuntur, aut deferuntur Soni, non sunt eadem ac illæ ex quibus constantur Venti, sed quædam aliæ magis ætheræ & volatiles, quantum divinare licet. *Venti* enim celerrimi haud plus quam 60 miliaria Horæ spatio prætervolant : *Soni* verò plus quam 700 millia passuum eodem tempore percurrunt.

Sin autem obijciatur quod Venti Sonos celeriores aut tardiores reddunt: Responderetur; Hoc non à solo proprioque ventosarum particularum fluxu, seu tendentiâ proficisci, sed potiùs ab omnium Atmosphæræ particularum, cum crassiorum, tum ætherearum conjuncto & conspirante motu. Quæ Cursus, sive Motus directio, si Sonorum Undulationibus faveat, Sonorum appulsus exinde accelerari; sin adversetur, retardari, omninò verisimile est.

§. 13. De Sonorum Velocitate.

Postquam Ventorum operationes & effectus in Sonorum progressum hoc pacto exposuimus, & de Velocitate Sonorum generatim tantum quædam diximus; superest tandem ut specialiores quas feci observationes super hanc retradam.

Ex dictis proinde, aliisque quamplurimis quæ prænotavimus, firmissimè concludo, Sonos hoc Velocitatis gradu propagari, Nempe, ad *Milliaris intervallum* (sive 5280 *Pedum Anglicanorum*) spatio $9\frac{1}{4}$ *Semi secundorum percurrere*: Vel (quod eodem redit) Pedes 571 unius Semi-secundi, vel 1142 Pedes unius Secundi Minuti Temporis spatio.

Hoc autem prædictum spatium pertranseunt Soni, si transversus Atmosphæræ fluxus intercurreret, & est *Medius* eorum *Progressus* sive *Motus*. Sin autem Ventus Soni rapiditatem augeat, possibile est ut plusquam 600 Pedes Semi-secundi spatio prætereat. Vel è contra, si moram ei innectat, haud plus quam 560 Pedes eodem temporis intervallo progrediatur.

Ita tandem Historiolam nostram ad finem perduxì, summam complectentem præcipuas quas feci Observationes circa Sonorum Progressum, & quorundam aliorum eum spectantium. Quam quidem Expositionem solertes & ingeniosi viri in plurimos, nec contemnendos usus haud difficulter convertant. Speciatim vero, prædictæ Observationes,

vationes, & Experimenta non parum conducere videntur,

1. *Philosopho* ; qui vel hinc aliquâ ex parte instructior fit ad arcanam Sonorum Naturam investigandam ; & eorundem plurima Phænomena abstrusa explicanda.

2. *Nautæ* ; qui hinc discat quanto intervallo absunt Naves, quas procul fluctuantes, vel ad anchoras stantes cernit : quàm longè item Tellus, aut optata Arena, eminùs conspecta, distat. Quæ ex Scloppetis de industriâ explosis, signo quodam dato, faciliè certòque innotescant.

3. *Militi* : ad inveniendum quam procul Hostis Castra locavit ; ad quam distantiam sita est Urbs obfessa, Arx, Armamentarium, &c. ad Tormenta muralia librandâ, & dirigendos Pyrobolos, glandesque ignivomas.

4. *Geographo* : ad Locorum distantias facilius & certius mensurandas. Quivis enim intra horam unam aut alteram, parvâ pulveris pyrii copiâ instructus, totam fere Regionem Tabulâ accuratissimè descriptam hoc pacto exhibeat. Scloppeta enim disposita Distantias (prout diximus) ostendent : & quodvis Instrumentum Mathematicum quo metiuntur Angulos, vel Instrumentum illud vulgare quo Decempedatores utuntur (*the Plain Table* vocatum,) vel sola Regula Pincidilis instructa, variorum locorum Situs indicabit ; quæ deinde delineare haud difficile est.

Hæc etiam ratione in Mapparum rectitudinem, & veritatem quis faciliè inquirat ; & si quos habeant errores, corrigat.

Hæc demum (Sociis) observandi ratio, Locorum inaccessorum, præsertim verò latissimorum Fluviorum, &c. ejusmodi

modi locorum haud aliter menturabilium, distantis dimetiendis magnopere inserviat.

In cuius rei specimen, mecum statui (amicorum ope) distantias quorundam Sinuum & Fretorum celebriorum comparare; speciatim *Freti Gaditani*, *Tingitanos* inter & *Gebraltariam*; & *Britannici*, inter *Dubridem Angliæ* & *Caletum Galliae*; cuius Freti latitudo secundum *Gallorum* ingenioforum menturam est 22,7 miliaria Anglicana. Sed hisce, aliisque rei literariæ promovendæ conatibus lugubria hæc Belli tempora ohstiterunt.

u Hamel
list. Acad.
76.

5. *Echometra*. De hoc ludicro & jucundo Soni Phænomeno (scil. *Echo*) licet plurimi docti viri olim & postea sollicitè quæiverint, de plurimis tamen ad idem spectantibus non bene inter se convenit: speciatim de spatio Loci ad repetitionem 1, 2, 3 vel plurium Syllabarum necessario; vel (quod eidem redit) de spatio ab *Echo* peregrato in certo quodam temporis intervallo. *Mersennus* passus ad Vocem Monosyllabam repetendam concedit; *Blancanus* 24 passus (cui astipulatur nostras celeberrimus Dr. *Plott*,) sed *Ath. Kircherus* asserit nihil omnino certi de eo definiri posse, quod nempe Ventorum variatio, viriumque Soni intensio & remissio, & multa alia immensam variationem pariunt.

Rationem autem hujus dissensûs inter laudatos hosce viros reddere haud difficile est. Ex plurimis enim causis oriri potest; ex tarditate nimirum & diversâ nostrorum Sensuum dispositione; vel ex variâ Sonorum audibilitate; ex Syllabarum ipsarum gravi vel acuto sono five earundem contractâ vel productâ pronuntiatione; vel ex quâlibet aliâ causâ temporis intervallum protrahente. Nullus enim dubito (Exempli gratiâ) quin si Objectum aliquod Phonocampiticum repercutere potuerit omnes Syllabas hujuscæ sequentis carminis, viz.

Vocalis Nympe, quæ nec reticere loquenti,

Quod

Quòd haud valeret repercutere omnes Syllabas sequentis carminis, quoniam paulò productior est ejus pronuntiatio, Scil.

Corpus adhuc Echo, non Vox erat, & tamen usum :

Et multò minùs repetere valeret asperas omnes, & productas Syllabas sequentis hujus carminis, licèt numero pauciores, viz.

Arx, tridens, rostris, sphinx, præster, torrida, seps, strix.

Verùm à præcedentibus de Soni motu Observationibus concludere licet, Quòd, uti Soni, ita 'ΗΧὸ certa & determinata spatia in certo quodam præscriptoque tempore percurrunt. Quod ipsum ab experientiâ sæpiùs edoctus sum, scilicet, Echo redire in duplo temporis intervallo, quo Vox Primaria Objectum Phonocampticum pertingebat. Exempli gratià : Si Objectum Phonocampticum Stadium distaret; Echùs regressus in eodem temporis intervallo fuerit, in quo Primarius Sonus duo Stadia percurrisset, si non repercussus fuisset.

Et hoc in dimetiendis Locorum distantis magno mihi usui sæpè fuit. Exempli gratià : Cùm in *Thamesis* fluvii ripâ starem, Villæ *Woolwich* oppositâ, monosyllabæ Vocis *Echo* à Domibus adversis repercussa fuit in sex Semisecundis Minutis temporis. Unde colligo Latitudinem fluvii *Thamesis*, eo loci, à margine unius Ripæ ad marginem alterius, 1712 pedes Anglicanos esse, sive supra quadrantem milliariis. Nam ut 9,25 (Semisecunda) : ad 5280 (pedes in milliari uno) :: Ita 6 (Semisecunda) : ad 3424,8 pedes. Cujus dimidium est 1712,4 pedes.

5. Denique hoc pacto *Intonantium Nubium Altitudo*, & ipsius *Tonitru*, *Fulguris*que Distantia faciliè innotescant.